

X

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-328221

(43)Date of publication of application : 28.11.2000

(51)Int.Cl.

C23C 2/28

C22C 38/00

C23C 2/06

(21)Application number : 11-132623

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 13.05.1999

(72)Inventor : TOKI TAMOTSU

HORI MASAHIKO

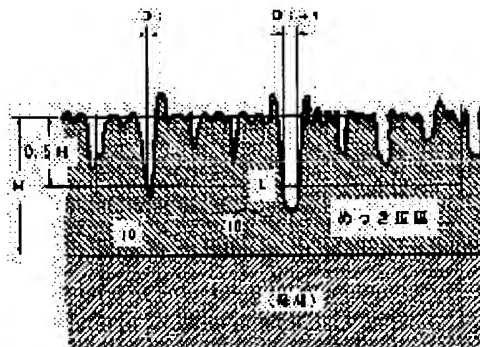
TAKEBAYASHI HIROSHI

(54) GALVANNEALED STEEL SHEET

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a galvanized steel sheet which has excellent press formability to maintain a good sliding characteristic at the time of pressing and to substantially prevent the occurrence of powdering.

SOLUTION: This steel sheet has a plating film which contains 0.20 to 0.50% Al, 8 to 15% Fe and 0.01 to 0.20 Mg and has microrecesses below 50% of an average thickness in plating thickness at 1 to 10% at a cross-sectional length rate and in which the surface roughness Ra thereof is $\leq 1.2 \mu\text{m}$. An Al oxide and Mg oxide of the amount corresponding to 1 to 50 mg/m² in total weight of metal Al and metal Mg are more preferably incorporated into the surface layer of the plating film in addition to Zn oxide and Fe oxide.



[0022] - (0018) ZnFe
(0019) ZnO

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of

(0037) galvanized
(0039) steel

PAT-NO: JP02000328221A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000328221 A

TITLE: GALVANNEALED STEEL SHEET

PUBN-DATE: November 28, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOKI, TAMOTSU	N/A
HORI, MASAHIKO	N/A
TAKEBAYASHI, HIROSHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUMITOMO METAL IND LTD	N/A

APPL-NO: JP11132623

APPL-DATE: May 13, 1999

INT-CL (IPC): C23C002/28, C22C038/00 , C23C002/06

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a galvanized steel sheet which has excellent press formability to maintain a good sliding characteristic at the time of pressing and to substantially prevent the occurrence of powdering.

SOLUTION: This steel sheet has a plating film which contains 0.20 to 0.50% Al, 8 to 15% Fe and 0.01 to 0.20 Mg and has microrecesses below 50% of an average thickness in plating thickness at 1 to 10% at a cross-sectional length rate and in which the surface roughness Ra thereof is $\leq 1.2 \mu\text{m}$. An Al oxide and Mg oxide of the amount corresponding to 1 to 50 mg/m² in total weight of metal Al and metal Mg are more preferably incorporated into the surface layer of the plating film in addition to Zn oxide and Fe oxide.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

 CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Chemical composition by weight % aluminum:0.20-0.50%, Fe:8-15%, It is an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet equipped with the plating coat which it contains Mg:0.01 to 0.20%, and the remainder becomes from Zn and an unescapable impurity. The galvanization coat The alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet excellent in the press-forming nature which has the micro cave-in with which plating thickness does not fill 50% of average plating thickness 1 to 10% at the rate of cross-section die length, and is characterized by the surface roughness of a plating coat being 1.2 micrometers or less in arithmetic mean granularity Ra.

[Claim 2] It adds to Zn oxide and Fe oxide at a plating coat surface, and is 1 - 50 mg/m² at the sum total weight of Metal aluminum and Metal Mg. Alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet excellent in the press-forming nature according to claim 1 characterized by having corresponding aluminum oxide and corresponding Mg oxide of an amount.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet excellent in the suitable surface sliding nature and the press-forming nature for industrial fields, such as an automobile, home electronics, and a building material.

[0002]

[Description of the Prior Art] When using current and a hot-dip zinc-coated carbon steel sheet as a sheathing material of an automobile, in order to raise the adhesion of a plating layer and the paint film on it, an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet is often used. Usually, the preheating of the base material is carried out with a continuous furnace, it is annealed in the reducing atmosphere which consists of hydrogen and nitrogen mixed gas, after cooling to near the plating bath temperature, it immerses for it and carries out hot dip zincing to a galvanization bath, an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet is reheated after that, carries out the Fe-Zn alloying of the plating coat, and is manufactured. In order to avoid un-galvanizing, the dew-point of a reducing atmosphere is adjusted to - 20 degrees C or less.

[0003] As a base material, although low carbon aluminum killed steel was used conventionally in many cases, deep drawability is required more often with expansion of the application in recent years, and use of IF steel (Interstitial Free steel) is increasing. IF steel adds Ti, Nb, etc. to super-low carbon steel, is the ingredient which used as carbide, a nitride, etc. dissolution elements contained unescapable in steel, such as N and C, and was fixed, and has the features that workability is excellent in non-aging.

[0004] Super-low carbon Ti addition steel carries out hot dip zincing of the aluminum concentration using the galvanization bath made low, and if alloying processing is carried out, compared with the case where it galvanizes to a low carbon aluminum killed steel sheet, an alloying rate will become large, and it will be easy to be formed as a columnar crystal with big and rough zeta phase (FeZn₁₃). In addition to surface roughness becoming coarse, since zeta phase is an elasticity phase, sliding nature with the metal mold at the time of a press falls, and a press crack and galling tend to generate it.

[0005] Generally, it is known for the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet by making aluminum concentration under galvanization bath high that the powdering-proof nature and adhesion of a plating coat will improve. However, in the alloying processing plating coat front face at the time of using IF steel as a plating base material, it is easy to generate the part (micro cave-in) to which the plating coat became very thin. A micro cave-in spoils the sliding nature between a plating coat and the metal mold at the time of a press, and becomes the cause which a press crack and galling generate.

[0006] thus, the case where super-low carbon Ti addition steel is specifically used as a plating base material if it was in the conventional technique -- (1) -- it is difficult to obtain a smooth coat and the workability at the time of (2) molding is inferior -- it has the trouble of **.

[0007] In order to solve such a problem, the technique shown below is indicated. The alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet which raised the image clarity after paint is indicated by JP,7-18401,A by setting the crevice of the surface roughness on the front face of the maximum of an alloying hot-dip-

zincing layer to 3-10 micrometers, and setting heights to 3 micrometers or less, maintaining press-forming nature.

[0008] The alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet with which the crevice which is satisfied with the plating surface section of an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of relative load die-length:30%-90% under 2 micrometers from more than depth:2micrometer, number:200-8200/mm², and the highest summit of the mountain is formed in the front face and which has improved press-forming nature and the image clarity after paint is indicated by JP,7-18402,A.

[0009] The manufacture approach of an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet carries out hot dip zincing of the aluminum to the plating base material with which Ra cold-rolled and obtained the hot rolled steel plate using the roll of surface roughness 0.8 micrometers or less using the plating bath contained 0.10 to 0.25% of the weight, and carries out [the approach] alloying processing, and Ra carries out [the approach] temper rolling to JP,7-180018,A using the roll of surface roughness 0.5micro or less of having the image clarity after paint and having excelled in press nature and powdering-proof nature is indicated.

[0010] Each of these techniques tends to improve press-forming nature by forming in the plating coat front face at the time of a press the micro pool where a press oil is held. However, even if obtaining the plating steel plate which is stabilized only now and has desired smoothing established the micro pool of a press oil in the plating front face the difficult top, the improvement effect of sliding nature was not enough.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is offering the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet which is excellent in the press-forming nature which solved the trouble about the sliding nature of the front face of the above alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheets, and controlled generating of a micro cave-in.

[0012]

[Means for Solving the Problem] this invention persons used super-low carbon Ti addition steel as the plating base material, and about the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet manufactured using the plating bath which raised aluminum concentration, as a result of repeating research variously about the improvement approach of surface smoothing and sliding nature, they acquired the following knowledge.

[0013] The aggregate of the Fe-Zn intermetallic compound of the shape of the fine heart progresses rapidly on the grain boundary on the front face of a base material at the time of alloying processing (burst reaction). In the advance process of a burst reaction, un-solidifying [Zn] on the inside of crystal grain on the front face of a base material can draw near according to capillarity, the burst section grows, with advance of alloying, the thickness difference the burst section and in the inside of crystal grain increases, and a micro cave-in progresses.

[0014] In order to obtain the outstanding press-forming nature, it is important to make into 1 - 10% the generating ratio of the micro cave-in (it is only hereafter described also as "50% concavity") with which plating thickness does not fill 50% of the average at the rate of cross-section die length.

[0015] When a melting zinc plating bath is made to contain Mg of optimum dose, even if it raises aluminum concentration of a plating bath, there is effectiveness which controls generating of a micro cave-in of the alloying galvanization coat obtained. From making Mg contain, own surface tension of melting zinc declines and it is guessed because [to the burst section based on capillarity] it draws near and an operation is controlled.

[0016] Mg contained in the plating coat carries out priority oxidation rather than aluminum by the alloying processing process, and forms the same firm oxide film as aluminum in a plating coat surface. Thus, by having an oxide more nearly hard than a plating coat, the sliding nature between metal mold and a plating coat is improved. Furthermore, since the direct contact to the plating coat itself and metal mold is prevented, the adhesion phenomenon between a plating coat and metal mold can be prevented, and poor galling at the time of press working of sheet metal can be controlled.

[0017] This invention is completed based on these knowledge, and the summary is in the alloying hot-

dip zinc-coated carbon steel sheet which was excellent in following (1) and (2) at the press-forming nature of a publication.

[0018] Chemical composition by weight % (1) aluminum:0.20-0.50%, Fe:8-15%, It is an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet equipped with the plating coat which it contains Mg:0.01 to 0.20%, and the remainder becomes from Zn and an unescapable impurity. The galvanization coat The alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet excellent in the press-forming nature which has the micro cave-in with which plating thickness does not fill 50% of average plating thickness 1 to 10% at the rate of cross-section die length, and is characterized by the surface roughness of a plating coat being 1.2 micrometers or less in arithmetic mean granularity Ra.

[0019] (2) Add to Zn oxide and Fe oxide at a plating coat surface, and it is 1 - 50 mg/m² at the sum total weight of Metal aluminum and Metal Mg. Alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of the above (1) characterized by having corresponding aluminum oxide and corresponding Mg oxide of an amount. [0020]

[Embodiment of the Invention] Below, the gestalt of operation of this invention is explained at a detail. In addition, % display of a metallic element described below means weight %.

[0021] (a) Chemical composition aluminum of a plating coat : the powdering-proof nature and adhesion of a plating coat improve, so that aluminum content of a plating coat becomes high. When not filling aluminum content of a plating coat to 0.20%, the adhesion of a plating coat is not good. It is 0.25% or more preferably. However, if aluminum content exceeds 0.50%, in it becoming difficult to control too much generating of a micro concavity 50%'s, since an alloying rate falls too much, in order to realize predetermined alloying, it will be necessary to raise alloying temperature or to lengthen alloying time amount, and operation nature will fall. For this reason, aluminum content of a plating coat is limited to 0.50% or less. It is 0.40% or less preferably.

[0022] Fe: When there are too few Fe contents of a plating coat, possibility that zeta phase remains on a plating coat surface is high, and there is a possibility that sliding nature may fall and a press crack may occur. In order to avoid this, Fe content of a plating coat is made into 8% or more. It is 9% or more preferably. However, if Fe content exceeds 15%, a weak alloying phase will increase by hard, powdering (phenomenon in which a plating coat is broken by powder and exfoliates) will occur at the time of press forming, and the workability and product quality of a press will be spoiled. In order to avoid this, Fe content of a plating coat is limited to 15% or less. It is 12% or less preferably.

[0023] Mg:Mg has the operation to the burst section of non-solidified zinc which draws near, weakens an operation and controls generating of a micro cave-in at the time of alloying processing. In order to acquire this effectiveness, a plating coat is made to contain Mg 0.01% or more. It is 0.03% or more preferably.

[0024] If Mg content exceeds 0.20%, powdering-proof nature will fall remarkably. If this makes Mg contain too much, it will be conjectured to be because for a plating coat to become hard. Therefore, Mg content is made into 0.20% or less. It is 0.10% or less preferably.

[0025] The chemical composition of the plating coat of the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of this invention consists of Zn and an unescapable impurity except specifying above.

[0026] (b) The plating coat of the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of micro cave-in this invention has the micro cave-in (50% concavity) with which the thickness of plating does not fill 50% of the average 1 to 10% at the rate of cross-section die length.

[0027] Drawing 1 expresses the cross section of a plating coat typically. The rate of cross-section die length of 50% concavity which this invention specifies is the die length D_i of the impression part on the front face of plating which crosses the segment of die-length L lengthened in parallel with a plating side in 50% of location of average plating thickness H on a cutting plane perpendicular to a steel plate front face as shown in drawing 1. D_i [as opposed to / ask and / Segment L] A peace ratio ($\sigma D_i/L$) is computed. It carries out about the perpendicular cutting plane which cut such measurement in the direction of arbitration to the rolling direction, and computes as the arithmetic mean value.

[0028] If a concavity exists exceeding 10% at the rate of cross-section die length 50%, the surface roughness of a plating coat will become large too much, and it will become the cause which sliding

nature falls and a crack produces at the time of press forming. For this reason, the rate of cross-section die length of a concavity is made into 10% or less 50%. Preferably, it is 5% or less. On the other hand, a possibility that the holdout of the press lubricating oil in a plating steel plate front face may run short in not filling the rate of cross-section die length to 1%, lubrication may be insufficient at the time of press forming, and mold galling and a press crack may arise increases. For this reason, the rate of cross-section die length of a concavity is made into 1% or more 50%.

[0029] (c) Controlling generating of a micro cave-in, when improving the surface roughness press-forming nature of a plating coat works effectively on a surface smooth disposition. However, as mentioned above, when alloying processing temperature is made low too much, zeta phase progresses, a huge columnar crystal is formed in a plating coat surface, surface roughness becomes large, and press-forming nature may be spoiled. Therefore, in order not to spoil press-forming nature, surface roughness of a plating coat is set to 1.2 micrometers or less by the arithmetic mean granularity (Ra) defined by JIS-B0601. Preferably, it is 0.9 micrometers or less.

[0030] (d) The oxide aluminum oxide and Mg oxide of a plating coat surface : each of aluminum oxides and Mg oxides controls the adhesion phenomenon over the metal mold of the increase of the hardness of a plating coat front face, and a plating coat, and has the operation which improves sliding nature and raises press-forming nature.

[0031] For this reason, it is 1 mg/m² considering aluminum oxide and Mg oxide as the total quantity of aluminum and Mg in an oxide to the Zn-Fe oxide formed in a plating coat surface by the alloying processing process. It is good to make it contain above. They are 5 mg/m² preferably. It is above.

[0032] However, if the amount of aluminum oxide and Mg oxide increases too much, chemical conversion nature will deteriorate. For this reason, the amount of these oxides is 50 mg/m² as the total quantity of aluminum and Mg in the above-mentioned oxide. It is good to consider as the following. They are 25 mg/m² more preferably. It is the following.

[0033] Although the amount of formation is controlled and the contribution to sliding nature becomes small about the oxide of Zn and Fe since the oxygen in atmospheric air is intercepted with Mg oxide or aluminum oxide, it contains also with a minute amount.

[0034] There are no limited matters other than the above in the plating steel plate of this invention. Since a moldability is excellent, although the cold rolled steel plate of a super-low carbon system is desirable, a base material may not be limited to this and low-carbon steel and various kinds of high-tensile-steel plates are sufficient as it. It is not necessary to also limit the class of base material steel plate to a cold rolled steel plate, and a hot rolled steel plate is sufficient as it. Especially the coating weight of a plating coat is viewpoints, such as an ease of coating weight control, and powdering prevention, to per [25] one side - 80 g/m², although it does not limit. It is suitable. furthermore, the suitable range -- 30 - 70 g/m² it is . The field which galvanizes may also be one side or both sides. After treatment by which chemical conversion and others are usually performed on a plating coat may be performed.

[0035] Although the manufacture approach of the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of this invention is arbitrary, the approach described below, for example is suitable.

[0036] Although an annealed material is sufficient as a plating base material, it is efficient to give recrystallization annealing by approaches, such as continuous annealing, before hot dip zincing. After washing, surface grinding, etc. are given, it is heated and returned by the approach usually performed, when a base material is a non-annealed material, it is annealed, and it is cooled to near the temperature of a plating bath, and the galvanization of the hot dip zincing is immersed and carried out to the plating bath of predetermined chemical composition.

[0037] A galvanization bath is good to use the plating bath which aluminum:0.05-0.3% and Mg:0.01-0.2% are contained, and the remainder becomes from Zn and an unescapable impurity. After hot dip zincing is carried out, it is heated by predetermined alloying processing temperature according to the usual approach, and it is cooled, after predetermined carries out time amount maintenance and being alloyed. It is good on the heat treatment conditions for 5 - 30 seconds at 480-550 degrees C which does not limit especially alloying conditions, either, for example, is usually used. Radiation heating, high-frequency induction heating, energization heating, etc. are good by any means also about a heating

means. after alloying processing was performed -- temper rolling -- carrying out -- the quality of the material and a front face -- it is good to adjust description. Adjustment of the flat configuration by leveling etc. and after treatment to which chemical conversion and others are usually carried out further may be performed.

[0038]

[Example] (Example 1) The end plate with a width of face [of 100mm] and a die length of 200mm obtained from the cold rolled steel plate with a thickness of 0.70mm it is thin from the chemical composition shown in Table 1 was used as the base material, and the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet was produced by the approach described below.

[0039]

[Table 1]

化学組成 (重量%、残: Fe および不可避不純物)								
C	Si	Mn	P	S	sol. Al	Ti	Nb	N
0.003	0.02	0.25	0.02	0.01	0.025	0.03	0.01	0.0025

[0040] Cleaning washing was carried out using the NaOH water solution 10 75-degree C%, and the end plate of a base material was annealed for 60 seconds at 820 degrees C in the ambient atmosphere of -40 degrees C of dew-points which consist of hydrogen 20 volume % and the remaining nitrogen. It cools to about 460 degrees C after annealing, less than [Mg:0.22%] is contained aluminum:0.10-0.4%, after being immersed in the 460-degree C galvanization bath which the remainder becomes from Zn and an unescapable impurity for 2 seconds, high-pressure air is sprayed, and it is plating coating weight per one side 60 g/m2 It adjusted. Then, it cooled to ordinary temperature, alloying processing which is immersed in a 500-degree C salt bath, and is held for 15 - 30 seconds was performed, and temper rolling with an elongation percentage of 0.8% was performed further. The following investigations were performed about the test piece obtained from these steel plates.

[0041] Chemical composition of a plating coat: The test piece of 25mmphi was extracted from the above-mentioned steel plate, the plating coat was dissolved in the hydrochloric-acid water solution of 10 volume % which did 0.5 volume % content of commercial inhibitor, the obtained solution was analyzed by the inductive-coupling RF plasma spectral-analysis method (the ICP method), and the chemical composition of a plating coat was searched for.

[0042] The rate of cross-section die length of 50% concavity: The die length of the concavity which grinds a perpendicular cutting plane on the surface of a test piece, observes the polished surface by one 500 times the scale factor of this with a scanning electron microscope, and is observed in 50% of location of the average thickness of a plating coat between the supposed segments with an parallel to a plating coat front face die length of 500 micrometers was measured, and it computed as a ratio to 500 micrometers of those sums. It carried out about five cutting planes which cut such measurement in the direction of arbitration to the rolling direction, and the average was calculated.

[0043] Powdering [-proof] nature: Pierce a disk with a diameter of 60mm from the above-mentioned steel plate, and it is the slushing oil of marketing of kinematic viscosity of 10.5mm² / second 2 g/m2 Oiling was carried out and the cupping trial was performed by punch diameter:30mm, dice diameter:35.4mm, die shoulder radius:3mm, and blank holder force:500kgf. After removing the slushing oil adhering to the obtained mold goods using a solvent, the piece of a plating coat in which the inside-and-outside periphery of mold goods has exfoliated using adhesive tape was removed, the weight of subsequent mold goods was measured, and the amount of powdering of a plating coat (exfoliation weight of the plating coat per mold goods) was measured from the difference with the weight in front of cupping.

[0044] Coefficient of friction of a plating coat front face: Coefficient of friction was measured using the high planar pressure U slot shaping testing device shown in drawing 2. At drawing 2, it is the spacing Hd of a die 4. : 32mm, shoulder radius Rd of a die : 5mm, width of face Hp of punch 2 : 30mm, the die length of punch: 60mm, shoulder radius Rp of punch : It is 5mm. The blank holder 5 of the shape of a semicircle column with a radius of 5mm is formed in the blank holder 3. The pressurizer (not shown)

which can adjust a pressure independently, respectively is prepared in punch 2 and a blank holder 3. The front face of these tools was ground to the 2-way which intersects perpendicularly mutually using the emery paper of #600. Width of face: It is the slushing oil above-mentioned to a test piece (30mm and die-length:270mm) 2 g/m² It applied at a rate, and set in the testing device, the blank holder force P was changed in the range of 750-1500kgf, and it fabricated to U typeface. The press fit rate of punch was considered as a part for 60mm/. It asked for maximum load Fmax. at the time of punch press fit, and asked for coefficient of friction mu by $\mu = dF_{\max} / (2dP)$. The case where mu was 0.22 or less was judged to be good.

[0045] plating adhesion: -- die-length: -- one side of the ends of the die-length direction of two test pieces (100mm and width-of-face:20mm) -- heavy coat -- :12.5mm and adhesives -- coating thickness -- : -- as about 250 micrometers, 1 liquid type structural steel worker epoxy system adhesives were applied, it pasted up, and the piece of an adhesion test which makes the die-length direction the direction of hauling was produced. Pull this piece of an adhesion test, carry out a tensile test by part for rate:1mm/, and a plating coat is made to exfoliate from a base material front face, and maximum load which exfoliation took is *(ed) in the area of a joint, it asks for shear tensile strength, and shear tensile strength is 140 kg/m². It was above, or the adhesion of a plating coat was evaluated, having used as good the case where cohesive failure was carried out within an adhesives layer.

[0046] Chemical-conversion nature: The test piece was degreased and chemical conversion of a zinc phosphate system was performed using commercial processing liquid. The homogeneity of a chemical film was observed by SEM and the following criteria estimated chemical conversion nature.

[0047]

O : the coat is formed in homogeneity.

**: There is a part in which the coat is not formed.

x: The coat is not formed at all.

These measurement results were shown in Table 2.

[0048]

[Table 2]

試験 番号	めっき皮膜の化学組成 (重量%、残：Znお よび不可避免の不純物)			皮膜形態		めっき皮膜表面の 酸化物中のAlとMgの 含有量 (mg/m ²)			性能評価結果				備考
	Al	Fe	Mg	ミクロ 陥没率 (%)	表面 粗度Ra (μm)	Al	Mg	合計	ハ・ウ・ リン・量	摩擦 係数	剪断引張 強度 (kg/cm ²)	化成処理 性	
1	* 0.18	10	0.08	* 0	1.2	2	25	27	16	0.23	136	○	×
2	0.21	10	0.08	1	1.0	4	20	24	14	0.21	152	○	○
3	0.35	10	0.08	3	0.9	5	15	20	14	0.16	凝集破壊	○	○
4	0.47	10	0.08	8	1.2	6	15	21	13	0.16	凝集破壊	○	○
5	* 0.56	10	0.08	* 12	* 1.4	8	13	21	12	0.26	凝集破壊	○	×
6	0.35	* 7	0.08	3	* 1.4	3	13	16	12	0.25	凝集破壊	○	×
7	0.35	13	0.08	3	0.8	7	18	25	18	0.15	凝集破壊	○	○
8	0.35	* 16	0.08	3	0.7	10	23	33	27	0.15	凝集破壊	○	×
9	0.35	10	* 0	* 15	* 1.5	10	0	10	12	0.28	凝集破壊	○	×
10	0.35	10	0.04	8	1.1	6	11	17	14	0.19	凝集破壊	○	○
11	0.35	10	0.15	2	0.8	5	23	28	20	0.16	凝集破壊	○	○
12	0.35	10	* 0.22	1	0.7	6	36	41	32	0.15	凝集破壊	○	×
13	0.35	10	* 0.5	1	0.6	5	46	* 51	47	0.12	凝集破壊	×	×
14	0.35	10	0.08	3	0.9	3	10	13	14	0.18	凝集破壊	○	○
15	0.35	10	0.08	3	0.9	1	3	4	13	0.20	凝集破壊	○	○
16	0.35	10	0.08	3	0.9	0.3	0.5	* 0.8	14	0.24	凝集破壊	×	○

注 *印は本発明の規定する範囲から外れるものであることを意味する。

備考欄の○印は本発明例、×印は比較例であることを表す。

[0049] There was chemical composition of a plating coat within limits which this invention specifies, each of test number 2-4 the rate of cross-section die length of 50% concavity and whose total quantities of aluminum and Mg in an oxide are within the limits which this invention specifies, and 7, 10, 11, 14 and 15 showed good powdering-proof nature and sliding nature, and the adhesion of the plating coat to a

base material was good as shown in Table 2. In the test number 1 whose aluminum content of a plating coat was too low, the adhesion of a plating coat is good and inside ** and shear tensile strength were low. In the test number 5 whose aluminum content of a plating coat was too high, there are many micro cave-ins, surface roughness was coarse, and sliding nature was not good. The test number 6 which had too few Fe contents of a plating coat did not have good sliding nature, either. The test number 8 which had too many Fe contents, and the test number 13 which had too many Mg contents did not have good powdering-proof nature. There are many micro cave-ins, the test number 9 which did not contain Mg had coarse surface roughness, and its sliding nature was not good. The test number 14 which there were too many Mg contents and had too much Mg oxide did not have good chemical conversion nature. Since alkaline degreasing was carried out using the NaOH water solution 10%, the test number 16 for which the total quantity of aluminum oxide and Mg oxide was insufficient did not have good sliding nature. It is surmised that it will be because the oxide film was destroyed easily.

[0050]

[Effect of the Invention] Since the holdout of the lubricating oil at the time of press forming is excellent, it is hard to generate a crack and galling even if the sliding nature of a steel plate is good and receives severe processing since a hard oxide is contained on a plating coat front face and it has still more moderate surface roughness, and the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of this invention is excellent also in powdering-proof nature, it is suitable as a material for press working of sheet metal.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-328221
(P2000-328221A)

(43) 公開日 平成12年11月28日 (2000. 11. 28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
C 2 3 C 2/28		C 2 3 C 2/28	4 K 0 2 7
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 T
C 2 3 C 2/06		C 2 3 C 2/06	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-132623

(22) 出願日 平成11年5月13日 (1999. 5. 13)

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 土岐 保

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 堀 雅彦

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 100081352

弁理士 広瀬 章一

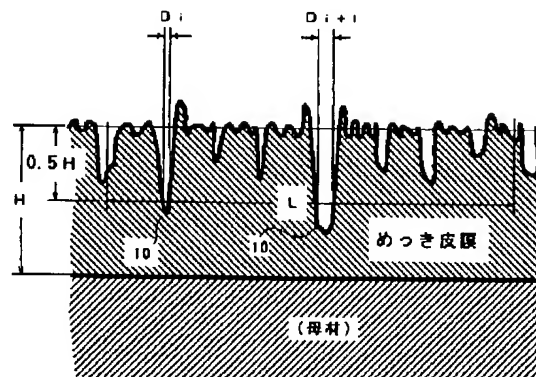
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 合金化溶融亜鉛めっき鋼板

(57) 【要約】

【課題】 プレス加工時に良好な摺動性を維持し、パウダリングが発生しにくいプレス成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板を提供する。

【解決手段】 Al: 0. 20~0. 50%、Fe: 8~15%、Mg: 0. 01~0. 20%含有し、めっき厚さが平均厚さの50%に満たないマイクロ陥没を断面長さ率で1~10%有し、その表面粗さR_aが1. 2μm以下であるめっき皮膜を備えた合金化溶融亜鉛めっき鋼板。めっき皮膜表層に、Zn酸化物およびFe酸化物に加えて、金属Alおよび金属Mgの合計重量で1~50mg/m²に相当する量のAl酸化物およびMg酸化物を含有すればなおよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 化学組成が、重量%で、Al:0.20~0.50%、Fe:8~15%、Mg:0.01~0.20%含有し、残部がZnおよび不可避的不純物からなるめっき皮膜を備える合金化溶融亜鉛めっき鋼板であって、その亜鉛めっき皮膜は、めっき厚さが平均めっき厚さの50%に満たないミクロ陥没を断面長さ率で1~10%有し、かつめっき皮膜の表面粗さが算術平均粗さRaで1.2μm以下であることを特徴とするプレス成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項2】 めっき皮膜表層に、Zn酸化物およびFe酸化物に加えて、金属Alおよび金属Mgの合計重量で1~50mg/m²に相当する量のAl酸化物およびMg酸化物を有することを特徴とする請求項1に記載のプレス成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車、家電製品、建築材料等の産業分野に好適な、表面の摺動性やプレス成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、溶融亜鉛めっき鋼板を自動車の外装材として使用する場合には、めっき層とその上の塗膜の密着性を向上させるために合金化溶融亜鉛めっき鋼板がよく使われる。通常、合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、母材を連続炉で予熱し、水素、窒素混合ガスからなる還元性雰囲気中で焼鈍し、めっき浴温度近傍まで冷却した後亜鉛めっき浴に浸漬して溶融亜鉛めっきし、その後再加熱してめっき皮膜をFe-Zn合金化して製造される。不めっきを避けるために、還元性雰囲気の露点は-20℃以下に調整される。

【0003】母材としては、従来低炭素Alキルド鋼が用いられることが多かったが、近年その用途の拡大に伴って深絞り性が要求されることが多くなり、IF鋼(Interstitial Free 鋼)の使用が増加している。IF鋼は、極低炭素鋼にTi、Nb等を添加し、鋼中に不可避的に含有されるN、C等の固溶元素を炭化物や窒化物等にして固定した材料であり、非時効で加工性が優れる特長を有している。

【0004】極低炭素Ti添加鋼は、Al濃度を低くした亜鉛めっき浴を用いて溶融亜鉛めっきし合金化処理すると、低炭素Alキルド鋼板にめっきした場合に較べて合金化速度が大きくなり、と相(FeZn₁₃)が粗大な柱状晶として形成されやすい。表面粗度が粗くなることに加えて、と相は軟質な相であるので、プレス時の金型との摺動性が低下しプレス割れやカジリが発生し易い。

【0005】一般に、合金化溶融亜鉛めっき鋼板では亜鉛めっき浴中のAl濃度を高くすることによってめっき皮膜の耐バウダリング性や密着性が向上することが知ら

れている。しかしながら、めっき母材としてIF鋼を用いた場合の合金化処理めっき皮膜表面には、めっき皮膜が極めて薄くなった部分(ミクロ陥没)が発生しやすい。ミクロ陥没はめっき皮膜とプレス時の金型との間の摺動性を損ない、プレス割れやカジリが発生する原因となる。

【0006】このように従来技術にあつては具体的には極低炭素Ti添加鋼をめっき母材として用いた場合、

(1)平滑な皮膜を得ることが困難であり、(2)成型時の加工性が劣る、等の問題点を有している。

【0007】このような問題を解決するために以下に示す技術が開示されている。特開平7-18401号公報には、合金化溶融亜鉛めっき層の最表面の表面粗さの凹部を3~10μmとし、凸部を3μm以下とすることにより、プレス成形性を維持しつつ塗装後の鮮映性を向上させた合金化溶融亜鉛めっき鋼板が開示されている。

【0008】特開平7-18402号公報には、合金化溶融亜鉛めっき鋼板のめっき表層部に、深さ:2μm以上、個数:200~8200/mm²、最高山頂から2μm下での相対負荷長さ:30%~90%を満足する凹部が表面に形成されている、プレス成形性と塗装後鮮映性を改善した合金化溶融亜鉛めっき鋼板が開示されている。

【0009】特開平7-180018号公報には、Raが0.8μm以下の表面粗さのロールを用いて熱間圧延鋼板を冷間圧延して得ためっき母材に、Alを0.10~0.25重量%含有するめっき浴を用いて溶融亜鉛めっきして合金化処理し、Raが0.5μm以下の表面粗さのロールを用いて調質圧延する、塗装後鮮映性を有しプレス性および耐バウダリング性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法が開示されている。

【0010】これらの技術はいずれもプレス時のめっき皮膜表面にプレス油が保持されるミクロプールを形成することによりプレス成形性を改善しようとするものである。しかしながらこれだけでは安定して所望の平滑さを有するめっき鋼板を得るのが困難なうえ、めっき表面にプレス油のミクロプールを設けても摺動性の改善効果は十分ではなかった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記のような合金化溶融亜鉛めっき鋼板の表面の摺動性に関する問題点を解決し、ミクロ陥没の発生を抑制したプレス成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、極低炭素Ti添加鋼をめっき母材とし、Al濃度を高めためっき浴を用いて製造する合金化溶融亜鉛めっき鋼板について、表面の平滑さと摺動性の改善方法について種々研究を重ねた結果、次のような知見を得た。

【0013】合金化処理時に母材表面の結晶粒界上で細かい芯状のFe-Zn金属間化合物の集合体が急激に発達する(バースト反応)。バースト反応の進行過程では、母材表面の結晶粒内上の未凝固Znが毛管現象により引き寄せられてバースト部が成長し、合金化の進行とともにバースト部と結晶粒内上との膜厚差が増大してマイクロ陥没が発達する。

【0014】優れたプレス成形性を得るためには、めっき厚さが平均値の50%に満たないマイクロ陥没(以下、単に「50%陥没部」とも記す)の発生比率を断面長さ率で1~10%とすることが重要である。

【0015】溶融亜鉛めっき浴に適量のMgを含有させると、めっき浴のAl濃度を高めても、得られる合金化亜鉛めっき皮膜のマイクロ陥没の発生を抑制する効果がある。Mgを含有させることにより、溶融亜鉛自身の表面張力が低下し、毛管現象に基づくバースト部への引き寄せ作用が抑制されるためと推測される。

【0016】めっき皮膜に含有されたMgは合金化処理過程でAlよりも優先酸化し、めっき皮膜表層にAlと同様の強固な酸化皮膜を形成する。このようにめっき皮膜よりも硬質な酸化物を有することにより、金型とめっき皮膜間の摺動性が改善される。さらには、めっき皮膜自体と金型との直接的な接触が防止されるので、めっき皮膜と金型との間の凝着現象を防止することができ、プレス加工時のカジリ不良が抑制できる。

【0017】本発明はこれらの知見を基にして完成されたものであり、その要旨は下記(1)および(2)に記載のプレス成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板にある。

【0018】(1)化学組成が、重量%で、Al:0.20~0.50%、Fe:8~15%、Mg:0.01~0.20%含有し、残部がZnおよび不可避的不純物からなるめっき皮膜を備える合金化溶融亜鉛めっき鋼板であって、その亜鉛めっき皮膜は、めっき厚さが平均めっき厚さの50%に満たないマイクロ陥没を断面長さ率で1~10%有し、かつめっき皮膜の表面粗さが算術平均粗さRaで1.2μm以下であることを特徴とするプレス成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【0019】(2)めっき皮膜表層に、Zn酸化物およびFe酸化物に加えて、金属Alおよび金属Mgの合計重量で1~50mg/m²に相当する量のAl酸化物およびMg酸化物を有することを特徴とする上記(1)の合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、以下に記す金属元素の%表示は重量%を意味する。

【0021】(a)めっき皮膜の化学組成

Al:めっき皮膜のAl含有量が高くなるほど、めっき皮膜の耐パウダリング性や密着性が向上する。めっき皮

膜のAl含有量が0.20%に満たない場合にはめっき皮膜の密着性が良くない。好ましくは0.25%以上である。しかしながら、Al含有量が0.50%を超えると、50%マイクロ陥没部の過度の発生を抑制するのが困難になるうえ、合金化速度が低下しすぎるため、所定の合金化を実現するために合金化温度を高めたり合金化時間を長くする必要が生じ、操業性が低下する。このため、めっき皮膜のAl含有量は0.50%以下に限定する。好ましくは0.40%以下である。

【0022】Fe:めっき皮膜のFe含有量が少なすぎるとめっき皮膜表層にと相が残存する可能性が高く、摺動性が低下してプレス割れが発生するおそれがある。これを避けるためめっき皮膜のFe含有量は8%以上とする。好ましくは9%以上である。しかしながら、Fe含有量が15%を超えると硬質で脆い合金化相が増してプレス成形時にパウダリング(めっき皮膜が粉状に砕かれて剥離する現象)が発生し、プレスの作業性や製品品質を損なう。これを避けるためにめっき皮膜のFe含有量は15%以下に限定する。好ましくは12%以下である。

【0023】Mg:Mgは、合金化処理時に未凝固の亜鉛のバースト部への引き寄せ作用を弱くし、マイクロ陥没の発生を抑制する作用がある。この効果を得るためにめっき皮膜にはMgを0.01%以上含有させる。好ましくは0.03%以上である。

【0024】Mg含有量が0.20%を超えると耐パウダリング性が著しく低下する。これは、Mgを過度に含有させるとめっき皮膜が硬くなるためであろうと推測される。従ってMg含有量は0.20%以下とする。好ましくは0.10%以下である。

【0025】本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板のめっき皮膜の化学組成は、上記に規定する以外はZnおよび不可避的不純物からなる。

【0026】(b)マイクロ陥没

本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板のめっき皮膜は、めっきの厚さが平均値の50%に満たないマイクロ陥没(50%陥没部)を、断面長さ率で1~10%有している。

【0027】図1は、めっき皮膜の断面を模式的に表したものである。本発明が規定する50%陥没部の断面長さ率は、図1に示すように、鋼板表面に垂直な切断面上で、平均めっき厚さHの50%の位置でめっき面に平行に引いた長さLの線分と交わるめっき表面のくぼみ部分の長さD_iを求め、線分Lに対するD_iの和の比率($\sum D_i / L$)を算出する。このような測定を圧延方向に対して任意の方向に切断した垂直切断面について実施し、その算術平均値として算出する。

【0028】50%陥没部が断面長さ率で10%を超えて存在すると、めっき皮膜の表面粗度が過度に大きくなり、摺動性が低下してプレス成形時に割れが生じる原因になる。このため、50%陥没部の断面長さ率は10%

以下とする。好ましくは、5%以下である。他方、断面長さ率が1%に満たない場合にはめっき鋼板表面でのプレス潤滑油の保持性が不足し、プレス成形時に潤滑が不足して型カジリやプレス割れが生じるおそれが増す。このため50%陥没部の断面長さ率は1%以上とする。

【0029】(c)めっき皮膜の表面粗さ

プレス成形性を改善する上で、ミクロ陥没の発生を抑制することは表面平滑性向上に有効に働く。しかしながら前述したように、合金化処理温度を低くし過ぎると、 δ 相が発達し、巨大な柱状晶がめっき皮膜表層に形成され、表面粗度が大きくなり、プレス成形性がそこなわれることがある。従ってプレス成形性を損なわないためにめっき皮膜の表面粗さを、JIS-B0601で定義される算術平均粗さ(Ra)で、1.2 μ m以下とする。好ましくは、0.9 μ m以下である。

【0030】(d)めっき皮膜表層の酸化物

Al酸化物およびMg酸化物：Al酸化物とMg酸化物はいずれもめっき皮膜表面の硬さを増し、めっき皮膜の金型に対する凝着現象を抑制し、摺動性を改善してプレス成形性を向上させる作用がある。

【0031】このため、めっき皮膜表層には、合金化処理過程で形成されるZn-Fe酸化物に、Al酸化物とMg酸化物を、酸化物中のAlおよびMgの合計量として1mg/m²以上含有させるのがよい。好ましくは5mg/m²以上である。

【0032】しかしながらAl酸化物およびMg酸化物の量が過度に多くなると化成処理性が劣化する。このため、これらの酸化物の量は、前述の酸化物中のAlおよびMgの合計量として50mg/m²以下とするのがよい。より好ましくは25mg/m²以下である。

【0033】ZnとFeの酸化物については、Mg酸化物やAl酸化物により大気中の酸素が遮断されるために形成量が抑制され、摺動性への寄与は小さくなるが、微量なりとも含有される。

【0034】本発明のめっき鋼板には、上記以外の限定事項はない。母材は成形性が優れるので極低碳素系の冷間圧延鋼板が望ましいがこれに限定されることはなく、低碳素鋼や各種の高張力鋼板でも構わない。母材鋼板の*

化学組成 (重量%、残：Feおよび不可避不純物)								
C	Si	Mn	P	S	sol. Al	Ti	Nb	N
0.003	0.02	0.25	0.02	0.01	0.025	0.03	0.01	0.0025

【0040】母材の切り板を75℃の10%NaOH水溶液を用いて脱脂洗浄し、水素20体積%、残り窒素からなる露点-40℃の雰囲気中で820℃で60秒間焼鈍した。焼鈍後、460℃近傍まで冷却し、Al：0.10~0.4%、Mg：0.22%以下を含有し、残部がZnおよび不可避の不純物からなる460℃の亜鉛めっき浴に2秒間浸漬した後、高圧空気を吹き付けてめっき付着量を片面当たり60g/m²に調整した。その

*種類も冷間圧延鋼板に限定する必要はなく、熱間圧延鋼板でも構わない。めっき皮膜の付着量は特に限定するものではないが、付着量制御の容易さやパウダリング防止などの観点から片面当たり25~80g/m²が好適である。更に好適な範囲は30~70g/m²である。めっきを施す面は片面でも両面でも構わない。めっき皮膜の上に、化成処理その他の通常おこなわれる後処理を施しても構わない。

【0035】本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法は任意であるが、例えば以下に述べる方法が好適である。

【0036】めっき母材は焼鈍材でもよいが、溶融亜鉛めっき前に、連続焼鈍などの方法で再結晶焼鈍を施すのが効率的である。溶融亜鉛めっきは、洗浄や表面研削などが施された後、通常おこなわれている方法で加熱、還元され、母材が未焼鈍材の場合には焼鈍され、めっき浴の温度近傍まで冷却され、所定の化学組成のめっき浴に浸漬されて亜鉛めっきされる。

【0037】亜鉛めっき浴は、Al：0.05~0.3%、Mg：0.01~0.2%を含有し、残部がZnおよび不可避の不純物からなるめっき浴を用いるのがよい。溶融亜鉛めっきされた後は通常の方法に従って所定の合金化処理温度に加熱され、所定の時間保持して合金化された後冷却される。合金化条件も特に限定することではなく例えば、通常使用される480~550℃で5~30秒間の熱処理条件でよい。加熱手段についても輻射加熱、高周波誘導加熱、通電加熱等何れの手段によってもよい。合金化処理が施された後は調質圧延して材質や表面性状を調整するのがよい。レベリング等による平坦形状の調整、さらには化成処理その他の通常おこなわれる後処理を施しても構わない。

【0038】

【実施例】(実施例1)表1に示す化学組成からなる厚さ0.70mmの冷間圧延鋼板から得た幅100mm、長さ200mmの切り板を母材とし、以下に述べる方法で合金化溶融亜鉛めっき鋼板を作製した。

【0039】

【表1】

※後、常温まで冷却し、500℃の塩浴に浸漬して15~30秒間保持する合金化処理をおこない、さらに伸び率0.8%での調質圧延を施した。これらの鋼板から得た試験片について以下の調査をおこなった。

【0041】めっき皮膜の化学組成：上記鋼板から25mmφの試料片を採取し、市販のインヒビターを0.5容積%含有した10容積%の塩酸水溶液でめっき皮膜を溶解し、得られた溶解液を誘導結合高周波プラズマ分光

分析法(ICP法)で分析してめっき皮膜の化学組成を求めた。

【0042】50%陥没部の断面長さ率:試験片の表面に垂直な切断面を研磨し、その研磨面を走査型電子顕微鏡によって倍率500倍で観察し、めっき皮膜の平均厚さの50%の位置で、めっき皮膜表面に平行な長さ500 μ mの仮想した線分の間に観察される陥没部の長さを測定し、それらの和の500 μ mに対する比率として算出した。このような測定を圧延方向に対して任意の方向に切断した5個の切断面について実施し、その平均値を求めた。

【0043】耐パウダリング性:上記鋼板から直径60mmの円盤を打ち抜き、動粘度10.5mm²/秒の市販の防錆油を2g/m²塗油し、ポンチ直径:30mm、ダイス直径:35.4mm、ダイ肩半径:3mm、しわ押さえ力:500kgfで円筒絞り試験を行った。得られた成形品に付着している防錆油を溶剤を用いて除去した後、粘着テープを用いて成形品の内外周の剥離しているめっき皮膜片を除去し、その後の成形品の重量を測定し、円筒絞り前の重量との差からめっき皮膜のパウダリング量(成形品1ヶ当たりのめっき皮膜の剥離重量)を測定した。

【0044】めっき皮膜表面の摩擦係数:図2に示す高面圧U溝成形試験装置を用いて摩擦係数を測定した。図2で、ダイ4の間隔H_d:32mm、ダイの肩半径R_d:5mm、ポンチ2の幅H_p:30mm、ポンチの長さ:60mm、ポンチの肩半径R_p:5mmである。ブランクホルダー3には、半径5mmの半円柱状のしわ押さえ5が設けられている。ポンチ2としわ押さえ3にはそれぞれ独立に圧力が調節可能な加圧装置(図示せず)が設けられている。これらの工具の表面は#600*

*のエメリー紙を用いて、互いに直交する2方向に研磨した。幅:30mm、長さ:270mmの試験片に上述の防錆油を2g/m²の割合で塗布して試験装置にセットし、しわ押さえ力Pを750~1500kgfの範囲で変更してU字形に成形した。ポンチの圧入速度は60mm/分とした。ポンチ圧入時の最大荷重F_{max}を求め、摩擦係数 μ を $\mu = dF_{max} / (2dP)$ により求めた。 μ が0.22以下の場合を良好と判断した。

【0045】めっき密着性:長さ:100mm、幅:20mmの試験片2枚の長さ方向の一端同士の片面に、重ね代:12.5mm、接着剤の塗布厚さ:約250 μ mとして、一液型構造用エポキシ系接着剤を塗布して接着し、長さ方向を引っ張り方向とする接着試験片を作製した。この接着試験片を引っ張り速度:1mm/分で引っ張り試験し、めっき皮膜を母材表面から剥離させ、剥離に要した最大荷重を接合部の面積で除して剪断引張強度を求め、剪断引張強度が140kg/m²以上であるか接着剤層内で凝集破壊した場合を良好としてめっき皮膜の密着性を評価した。

【0046】化成処理性:試験片を脱脂し、市販の処理液を用いて燐酸亜鉛系の化成処理をおこなった。化成皮膜の均一性をSEMにより観察し下記の基準で化成処理性を評価した。

【0047】

○:均一に皮膜が形成されている。

△:皮膜が形成されていない箇所がある。

×:全く皮膜が形成されていない。

これらの測定結果を表2に示した。

【0048】

【表2】

試験 番号	めっき皮膜の化学組成 (重量%、残：Znおよび不可逆的不純物)			皮膜形態		めっき皮膜表面の 酸化物中のAlとMgの 含有量 (mg/m ²)			性能評価結果				備考
	Al	Fe	Mg	ミクロ 陥没率 (%)	表面 粗度Ra (μm)	Al	Mg	合計	ハダリ リング量	摩擦 係数	剪断引張 強度 (kg/cm ²)	化成処理 性	
1	* 0.18	10	0.08	* 0	1.2	2	25	27	18	0.23	136	○	×
2	0.21	10	0.08	1	1.0	4	20	24	14	0.21	152	○	○
3	0.35	10	0.08	3	0.9	5	15	20	14	0.16	凝集破壊	○	○
4	0.47	10	0.08	8	1.2	8	15	21	13	0.16	凝集破壊	○	○
5	* 0.56	10	0.08	* 12	* 1.4	8	13	21	12	0.26	凝集破壊	○	×
6	0.35	* 7	0.08	3	* 1.4	3	13	16	12	0.25	凝集破壊	○	×
7	0.35	13	0.08	3	0.8	7	18	25	18	0.15	凝集破壊	○	○
8	0.35	* 16	0.08	3	0.7	10	23	33	27	0.15	凝集破壊	○	×
9	0.35	10	* 0	* 15	* 1.5	10	0	10	12	0.28	凝集破壊	○	×
10	0.35	10	0.04	8	1.1	6	11	17	14	0.19	凝集破壊	○	○
11	0.35	10	0.15	2	0.8	5	23	28	20	0.16	凝集破壊	○	○
12	0.35	10	* 0.22	1	0.7	5	36	41	32	0.15	凝集破壊	○	×
13	0.35	10	* 0.5	1	0.6	5	46	* 51	47	0.12	凝集破壊	×	×
14	0.35	10	0.08	3	0.9	3	10	13	14	0.18	凝集破壊	○	○
15	0.35	10	0.08	3	0.9	1	3	4	13	0.20	凝集破壊	○	○
16	0.35	10	0.08	3	0.9	0.3	0.5	* 0.8	14	0.24	凝集破壊	×	○

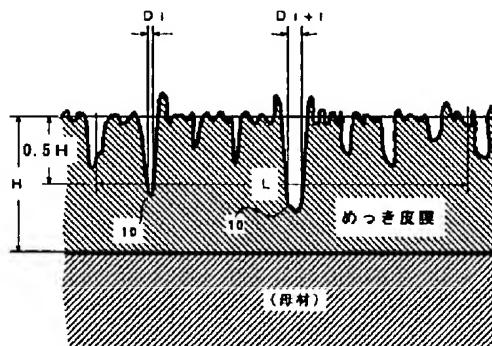
注 *印は本発明の規定する範囲から外れるものであることを意味する。

備考欄の○印は本発明例、×印は比較例であることを表す。

【0049】表2に示されているように、めっき皮膜の化学組成が本発明の規定する範囲内にあり、50%陥没※50 ※部の断面長さ率と酸化物中のAlとMgの合計量が本発明の規定する範囲内である試番2~4、7、10、1

1、14および15はいずれも良好な耐パウダリング性と摺動性を示し、母材に対するめっき皮膜の密着性は良好であった。めっき皮膜のAl含有量が低すぎた試験番号1では、めっき皮膜の密着性が良くななく、せん断引張強度が低かった。めっき皮膜のAl含有量が高すぎた試験番号5では、ミクロ陥没が多く表面粗さが粗くて摺動性が良くなかった。めっき皮膜のFe含有量が少なすぎた試験番号6も摺動性が良くなかった。Fe含有量が多すぎた試験番号8およびMg含有量が多すぎた試験番号13は耐パウダリング性が良くなかった。Mgを含有しなかった試験番号9はミクロ陥没が多く表面粗さが粗くて摺動性が良くなかった。Mg含有量が多すぎMg酸化物が多すぎた試験番号14は、化成処理性が良くなかった。10%NaOH水溶液を用いてアルカリ脱脂したためにAl酸化物とMg酸化物の合計量が不足した試験番号16は摺動性が良くなかった。酸化皮膜が容易に破壊されたためであろうと推測される。

【図1】



【0050】

【発明の効果】本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、めっき皮膜表面に硬質な酸化物を含有し、さらに適度な表面粗度を有しているため、プレス成形時の潤滑油の保持性が優れ、鋼板の摺動性が良好であり、過酷な加工を受けても割れやカジリが発生しにくく、耐パウダリング性にも優れているため、プレス加工用素材として好適である。

【図面の簡単な説明】

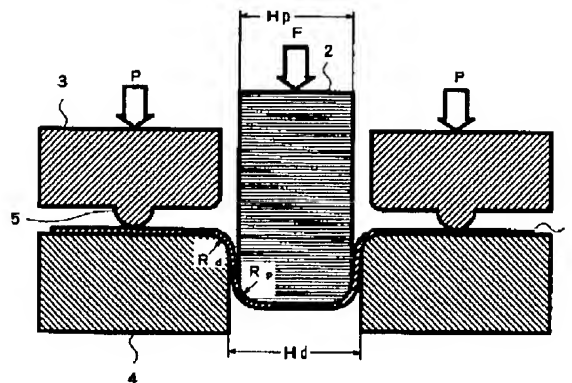
10 【図1】IF鋼を母材とした合金化溶融亜鉛めっき鋼板のめっき皮膜の凹凸状況の概念を示す断面図である。

【図2】摺動性評価用の高面圧U溝成形装置の概念図である。

【符号の説明】

1・・・鋼板、2・・・ボンチ、3・・・ブランクホルダー、4・・・ダイ、5・・・押さえビード、10・・・50%陥没部、H・・・めっき厚さ平均値。

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 竹林 浩史
大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金
属工業株式会社内

Fターム(参考) 4K027 AA02 AA22 AB02 AB07 AB26
AB28 AB44 AC73 AE03 AE21
AE25